

СОПРОТИВЛЕНИЕ ПИТТИНГОВОЙ КОРРОЗИИ НОВЫХ ВЫСОКОАЗОТИСТЫХ Cr-Mn-Mo-СТАЛЕЙ

Меркушкин Е.А.

Руководитель – доцент, д.т.н. Березовская В.В.

УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург,
bvv@mtf.ustu.ru

Высокоазотистые аустенитные стали (ВАС) в закаленном состоянии характеризуются наилучшим сочетанием прочности и вязкости по сравнению с аустенитными сталями других систем легирования. Азот в высокоазотистых (около 1 %) аустенитных сталях (ВАС), находящийся в твердом растворе, повышает их стойкость к общей и локальным видам коррозии, в частности, к питтинговой коррозии (ПК).

В работе исследованы коррозионно-стойкие Cr-Mn-стали с высоким содержанием азота, химический состав которых приведен в таблице 1. Стали выплавляли методом электрошлакового переплава под давлением азота и исследовали в состоянии:

- 1) после горячей пластической деформация при 1200-1150 °С (ГД);
- 2) последующего отжига в течение 1 часа при температурах 1050, 1100 и 1150 °С с закалкой в воде (ГД+З);
- 3) старения при температурах 300 и 500 °С в течение 2 часов (ГД+З+С).

Таблица 1. Химический состав исследованных сталей

№ п/п	Марка стали	Содержание элементов, мас. %												
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	N	V	Ti	Cu
1	06X18AG19M2	0,06	0,65	19,13	0,018	0,001	17,51	2,20	0,13	0,008	0,81	0,08	0,002	0,03
2	07X16AG13M3	0,07	0,71	12,76	0,015	0,007	16,16	3,24	0,11	–	0,82	0,05	–	–

В работе проводили коррозионные испытания на приборе VoltaLab 10-PGZ100 с использованием хлор-серебряного электрода сравнения.

По результатам рентгеноструктурного фазового анализа исследованные стали после всех указанных режимов ТО состояли из 100 % аустенита (без учета избыточных фаз), α - и ε -мартенсит не наблюдались.

Испытания питтинговой коррозии сталей проводили в 3,5%-растворе хлорида натрия комнатной температуры в соответствии с ГОСТ 9.912-89. С повышением температуры отжига (аустенитизации) перед закалкой потенциал питтингообразования $E_{по}$ закаленной стали 1 уменьшается (рис. 1), причем наиболее сильно при переходе от температуры отжига 1050 °С к 1100 °С, после растворения пограничных выделений избыточной фазы и завершения процессов рекристаллизации (рис. 2, а – кривая 1).

Наибольший отрицательный эффект старения также был отмечен после закалки от 1050 °С (рис. 2, а – кривые 2 и 3). Согласно зависимости на рис. 2, б, восстановление питтинга в стали в наибольшей степени было затруднено (наибольшее значение ΔE) в закаленном состоянии, а наиболее быстро оно проходило в состаренном при 500 °С состоянии после максимального снижения модуля нормальной упругости (табл. 2).

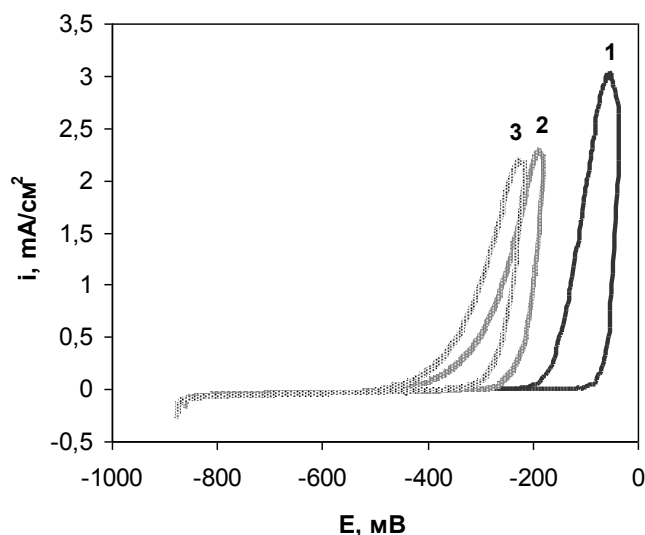


Рис. 1. Кривые ПК стали 1 после закалки: 1 – от 1050; 2 – 1100; 3 – 1150 °С

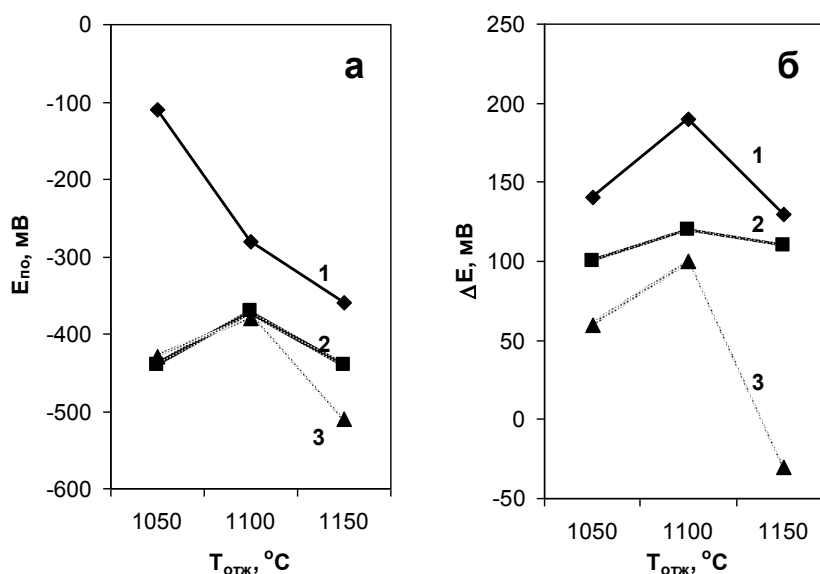


Рис. 2. Зависимость $E_{по}$ (а) и ΔE (б) в стали 1 от температуры отжига: 1 – после горячей деформации; 2 – закалки; 3 – старения при 300 °С; 4 – при 500 °С

Кривые ПК стали 2 (рис. 3) выявили негативное влияние отжига при 1050 °С перед закалкой на восстановление пассивной пленки (широкая петля на кривой 1), что могло быть связано с присутствием в стали пограничных выделений второй фазы и большого количества дефектов кристаллического строения после незавершенной рекристаллизации матрицы. Отжиг при 1100 °С привел к развитию процессов рекристаллизации и сужению петли на кривой ПК. Однако присутствие все

еще не растворившихся выделений второй фазы (нитридов) и появление новых границ зерен рекристаллизованного аустенита сместил $E_{по}$ в отрицательную область (кривая 2) по сравнению с отжигом при 1050 °С. И только отжиг при 1150 °С позволил вообще избежать данный вид локальной коррозии, так как $E_{по} > E_{пп} \approx 1000$ мВ (кривая 3).

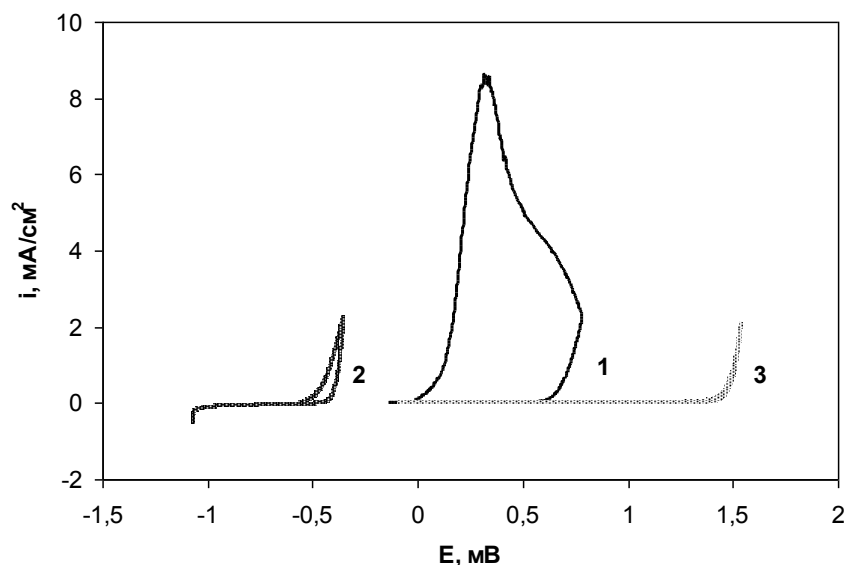


Рис. 3. Кривые ПК стали 2 после закалки: а – от 1050; б – 1100; в – 1150 °С

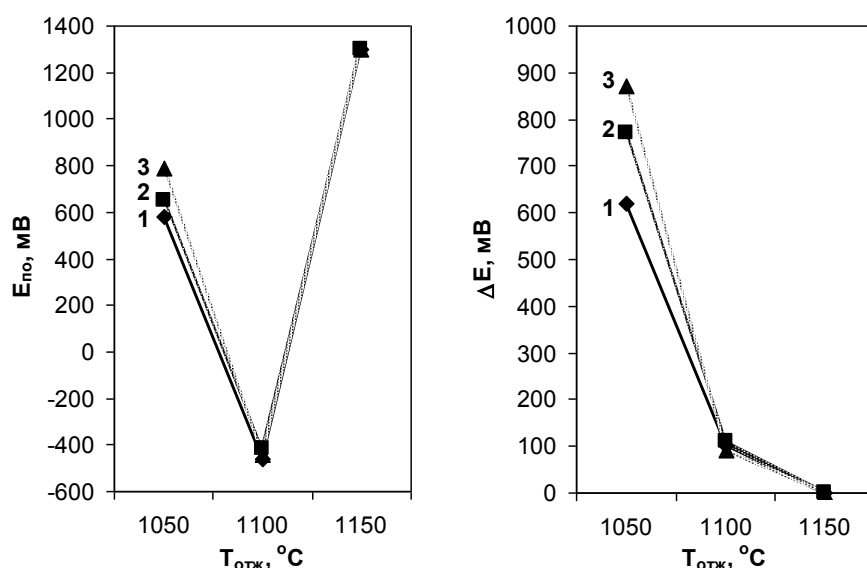


Рис. 4. Зависимость $E_{по}$ (а) и ΔE (б) в стали 2 от температуры отжига: 1 – после закалки; 2 – старения при 300; 3 – 500 °С

Показано (рис. 4), что нежелательным с точки зрения вероятности образования питтинга в стали 2 является отжиг при 1100 °С (рис. 4, а), а с точки зрения его восстановления в случае возникновения – отжиг при 1150 °С перед закалкой (рис. 4, б). Показано также, что режим отпуска не влияет на параметры ПК стали 2, кроме отожженной при 1100 °С.